F. KIESOW

Sulla localizzazione di sensazioni cutanee pure di tatto e di dolore, nonchè di impressioni tattili e dolorose composte

1933 - XI
TIP. GIUSEPPE ANFOSSI
Via Montebello, 17
TORINO

Istituto di Psicologia Sperimentale della R. Università di Torino
(Fondazione E. E. PELLEGRINI) diretto dal Prof. F. KIESOW

F. KIESOW

Sulla localizzazione di sensazioni cutanee pure di tatto e di dolore, nonchè di impressioni tattili e dolorose composte

I.

Le prime ricerche sulla localizzazione di impressioni cutanee vennero eseguite da A. W. Volkmann, ricerche che condussero l'autore a risultati da lui ritenuti contrarii all' affermazione della conduttibilità eccentrica dei nervi. Nel suo ampio articolo sulla « Fisiologia dei nervi », pubblicato nel *1844*, si legge a tal proposito: « Wenn man sich bei verschlossenen Augen in die Haut stechen lässt und dann mit Hilfe eines spitzen Instrumentes den Punkt anzeigt, welcher vermeintlich gereizt wurde, so findet sich, dass man fast immer ihn irrig angiebt. *Die Grösse des Irrthums hat für jede Stelle des Körpers ihre bestimmten Grenzen*, und diese richten sich ziemlich genau nach dem Grade der Sensibilität der Theile. Man irrt an den Fingerspitzen nicht leicht um mher als $\frac{1}{2}$ Linie, an der Hand höchstens um *6''*, am Oberarm bisweilen um $1\frac{1}{2}$ Zoll u. s. w. Man irrt bei weitem am häufigsten in der Richtung der Längenachse der Nerven, d. h. man giebt den gereizten Punkt gewöhnlich zu tief nach unten (scheinbar Irrthum excentrischer Leitung), aber auch *sehr oft zu hoch nach oben* an. Von vier Per-

sonen, mit welchen ich experimentierte, irrten drei ziemlich regelmässig in der Weise, dass sie die Empfindung zu weit nach abwärts verlegten, die vierte verfiel fast konstant in den entgegengesetzten Irrthum. Es ist klar, die Tastirrthümer sind nicht vom blossen Zufall, sondern von organischen Verhältnissen abhängig, aber ebenso klar ist, dass dem Gesetze der excentrischen Leitung zufolge gerade diese Form des Irrens nicht vorkommen dürfte » (1).

Da quanto scrisse il Volkmann, si comprende come i fenomeni presi in considerazione non potessero essere sensazioni assolutamente pure ma piuttosto impressioni miste di tatto e di dolore, nelle quali il dolore dominava fortemente.- A tal proposito è da ricordare che ai tempi dell'autore la sensazione cutanea dolorosa non era ancora ritenuta di natura specifica, dipendente dalla funzione di uno speciale apparecchio nervoso, ma considerata come una sensazione cutanea dipendente da uno stimolo di maggiore intensità. Prescindendo da questa circostanza, la scoperta è importante: l'autore osservò che nel localizzare impressioni di tal genere si commettono errori, come pure che la grandezza di questi errori varia a seconda delle regioni cutanee esaminate.

Nel *1852* Ernesto Enrico Weber, mettendo gli errori di localizzazione in rapporto con quanto, per mezzo del suo compasso, aveva potuto stabilire attorno al così detto " senso spaziale " (*Raumsinn*) (2), scrisse: « Wenn man das abgestumpfte Ende eines Stäbchens, z. B. einer dicken Stricknadel, mit feinem Kohlenpulver schwärzt, an ihrem oberen Ende ein Gewicht befestigt und dieselbe auf verschiedenen Theilen der Haut eines Menschen senkrecht aufstellt und durch ihr Gewicht einen Eindruck hervorbringen lässt, so findet man, dass derselbe den Ort der Berührung ohne ihn zu sehen nicht an allen Theilen genau anzeigen kann, sondern nur an denjenigen, welche mit einem feinen Raumsinn versehen sind. Zeigt er den Ort, wo er soeben berührt worden zu sein glaubt, mit einer kurzen Sonde an, so fühlt er oft selbst, dass die Sonde von dem Orte der Berührung noch ziemlich weit entfernt ist und dass

(1) A. W. VOLKMANN, *Nervenphysiologie. Handwörterbuch der Physiologie* (R. WAGNER), II, 571 seg., 1844.

(2) E. H. WEBER, Cfr. *Annotationes anatom. et physiol. De subtilitate tactus.* 1830.

er sich demselben in einer gewissen Richtung noch mehr nähern könne. Nachdem er nun demselben näher gekommen ist, entfernt er sich oft wieder von ihm bei dem Bemühen, ihm noch näher zu kommen. Bestimmt man aber mit einem Cirkel und Massstabe, wie weit der Beobachter von dem gesuchten (durch einem schwarzen Punkt bezeichneten) Orte entfernt bleibt, wenn er demselben am nächsten zu sein glaubt, und nimmt aus vielen solchen Bestimmungen das Mittel, so wird man finden, dass er desto weiter von ihm entfernt bleibt, je unvollkommner der Raumsinn in dem Theile der Haut ist, an welchem der Versuch gemacht wird » (1).

Come si vede da questa descrizione, le impressioni cutanee provocate da Weber erano, a differenza di quelle destate da Volkmann, di natura puramente tattile. Nel tempo stesso si osserva anche una diversità nel metodo adoperato dai due autori. Mentre Volkmann fece localizzare l'impressione a occhi aperti, Weber fece cercare il punto cutaneo toccato a occhi chiusi.

Nelle numerose ricerche eseguite attorno al medesimo argomento dopo Weber, la maggior parte degli autori si lasciò guidare dal metodo di questo autore; alcuni, però, anche da quello di Volkmann. Il metodo volkmanniano, per es., condusse alle note ricerche di Victor Henri, il quale fece indicare il luogo di una impressione tattile non sulla pelle stessa del soggetto, ma su una fotografia o su una riproduzione in gesso di grandezza eguale alla parte corporea che intendeva esaminare. Henri stesso denomina il metodo da lui adoperato *méthode de la localisation visuelle* (2).

Nel *1906* un importante contributo alla soluzione del problema in questione venne recato da Carlo Spearman, con un lavoro eseguito nell'istituto di Guglielmo Wundt ed intitolato « *Die Normaltäuschungen in der Lagewahrnehmung* », lavoro nel quale l'autore fece un'esauriente critica anche dei risultati ottenuti fino ad allora da tutti gli altri ricercatori (3).

(1) E. H. WEBER, *Berichte der K. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, math.-phys. Cl.*, p. 87 seg., 1852.

(2) V. HENRI, *L'année psychologique*, II, p. 171 seg., 1895.

(3) C. SPEARMAN, *Psychologische Studien* (W. WUNDT), I, pp. 388-493, 1906.

Spearman distingue tra percezione di spazio (*Raumwahrnehmung*): risultati ottenuti col compasso di Weber; percezione di luogo (*Ortswahrnehmung*): localizzazione di singole impressioni cutanee, e percezione di posizione (*Lagewahrnehmung*): localizzazione dipendente da una serie di funzioni parziali. L'autore pone quest'ultima percezione a base dell'intera sua ricerca (1). Per illusioni normali (*Normaltäuschungen*) egli intende fenomeni che non dipendono da condizioni patologiche o da posizioni anormali delle regioni cutanee esaminate (incrocio delle dita, ecc.) (2).

L'autore divide le illusioni della percezione di posizione a seconda che le regioni cutanee sotto esame si trovano fra mezzo di due articolazioni: *illusioni segmentali*, o che esse dipendono dalla deviazione degli angoli articolari dalla loro posizione comune: *illusioni articolari*. Nel primo caso le localizzazioni successivamente eseguite tendono, secondo Spearman, ad orientarsi attorno ad un centro comune: *legge centripeda*; nel secondo caso le illusioni dipendono da un sottoapprezzamento del rispettivo angolo: *legge del sottoapprezzamento* (3).

Aggiungasi che l'autore tiene conto di quanto dipende dalla concentrazione dell'attenzione, dal movimento dell'arto, ecc. In generale egli è poi del parere che in tutte le illusioni di localizzazione si tratti, in fondo, di fenomeni associativi speciali, cioè di fenomeni di uguagliamento (*Angleichung*) che, secondo lui, dominano in tutto il campo delle rappresentazioni di spazio e di tempo (4).

Una nuova indagine sulla localizzazione di sensazioni cutanee venne intrapresa, dietro mia proposta ed in collaborazione con me, da Mario Ponzo, indagine che mi sembrava opportuna dopo la scoperta dei punti specifici della pelle da parte di Blix, Donaldson, Goldscheider e von Frey. Tali punti vennero eccitati in questa ricerca. Per quanto concerne l'eccitamento di punti cutanei tattili e dolorosi l'indagine venne estesa a *25* regioni della pelle (5).

(1) *Op. cit.*, p. 397 segg.
(2) *Op. cit.*, p. 390.
(3) *Op. cit.*, pp. 400 segg., 426, 456 segg.
(4) *Op. cit.*, pp. 477 segg., 488.
(5) M. PONZO, *Memorie della R. Accademia d. Scienze di Torino*, Serie II, LX, p. 41, 1909. Serie II, LXI, pag. 15, 1910. — Riassunto: *Archives ital. de Biologie, LV*, 1, 1911.

I punti tattili vennero eccitati con peli stimolatori di von Frey del valore di tensione di *10* grammi pro millimetro di raggio (*gr/mm*), i punti di dolore con finissimi aghi maggiormente aguzzati, e attaccati a uno dei miei estesiometri, apparecchio che permette una variazione facile dell'intensità dello stimolo. Lo stimolo tattile usato non ci sembrava allora troppo forte, perchè da *50* eccitamenti eseguiti, sulla parte media del lato volare dell'avambraccio, con stimoli di *10, 3* e *1,5 gr/mm* risultarono valori medii presso a poco eguali, con un leggero aumento della variazione media del valore ottenuto con lo stimolo di *1,5 gr/mm.* Da *50* eccitamenti eseguiti poi con lo stimolo di *1 gr/mm.* (corrispondente, in parte, al valore di soglia), risultò una leggera diminuzione della media, fatto dovuto, secondo me, da una tensione esagerata dell'attenzione (1).

La localizzazione venne eseguita secondo il metodo di Weber, per mezzo di un sottile pennellino adeguatamente preparato e fissato su un bastoncino che il soggetto teneva tra le dita della mano destra. Ne segue che tutte le prove vennero eseguite sul lato sinistro del corpo. — Per evitare la strana illusione da me osservata all'inizio della ricerca (2), la punta del pennellino posava sempre a sufficiente distanza sopra la regione in esame.

La media aritmetica degli errori commessi nelle localizzazioni tattili venne sempre calcolata in base a *50* singole determinazioni, mentre quella delle localizzazioni del dolore, in seguito a disturbi causati dal continuato eccitamento della pelle cogli aghi (altri mezzi a quell'epoca non erano a nostra disposizione) per *11* regioni cutanee (lato post. della gamba, rotula, lato ant. della coscia, palma della mano, regione del polso, piega del gomito, punta della lingua, glabella, labbro inf., mento, secondo spazio intercostale) non poteva essere ricavata, per ogni soggetto, che da *10* singoli errori. — Soggiungo che, per mezzo di uno speciale apparecchio ideato da Ponzo, si era in grado di misurare facilmente anche le direzioni in cui i singoli errori furono commessi (3). Ponzo tiene conto di queste direzioni nelle esposizioni sopra citate.

(1) M. Ponzo, *Op. cit.*, tom. LX, p. 101.
(2) F. Kiesow, *Archiv für die ges. Psychologie*, X, p. 311, 1907.
(3) M. Ponzo, *Archives ital., de Biologie LVI*, 1, 1911.

Le nostre ricerche condussero, in generale, al risultato che Ponzo descrive come segue: « Dal confronto dei dati sulla localizzazione delle sensazioni di dolore pungenti con quelli ottenuti per le sensazioni tattili appare l'erroneità dell'ipotesi che in generale le prime siano localizzate male, o meno bene delle seconde. Nel maggior numero delle regioni esaminate si trova un valore medio per le sensazioni pungenti più piccolo di quello che si ha nel campo tattile. Questa differenza non grande in molte parti, è in alcune altre rilevante. Tale, ad esempio, essa si palesa nella tabella riportante i valori medii complessivi per i due campi sensoriali (tab. *D*), sulla parte media della faccia anteriore della coscia, sulla rotula, sul dorso del piede, sulla regione anteriore del polso, sul margine libero del labbro inferiore, sull'addome (in corrispondenza della parte media della linea pubo-ombellicale) e sul dorso (in corrispondenza della III^a vertebra dorsale ed a livello della linea per le spine iliache anter.-superiori »).

L'autore continua: « Soltanto in pochissime regioni si osserva un leggiero aumento dell'errore medio per le sensazioni pungenti, in confronto di quelle tattili; aumento che, però, non si ha nelle medesime regioni nei due soggetti e che sparisce nei valori medii complessivi. Tali lievi differenze negli errori dipendono probabilmente da circostanze casuali, quelli poi che si hanno sulla punta della lingua mi sembrano del tutto trascurabili » (1).

Nella tabella sottostante riporto, espressi in millimetri e ordinati in serie decrescenti, i valori da Ponzo stesso raccolti nelle tabelle *C* e *D* della sua seconda Memoria. *C* contiene le singole medie degli errori commessi da ciascuno dei due soggetti, *D* le medie complessive. I soggetti erano Ponzo (P) ed io (K) (2).

Confrontando tra loro i rispettivi valori raccolti in questa tabella, non può esservi dubbio che le sopracitate conclusioni di Ponzo siano giustificate.

(1) M. Ponzo, *Op. cit.*, Serie II, LXI, p. 54, 1910.
(2) M. Ponzo, *Op. cit.*, pp. 51 e 52.

TABELLA I.

Errori di localizzazione risultanti dalle ricerche di M. Ponzo:

ELENCO DELLE REGIONI ESAMINATE	TABELLA *C*				TABELLA *D*	
	Valori medii per le sensazioni di dolore pung. in *K*.	Valori medii per le sensazioni tattili in *K*.	Valori medii per le sensazioni di dolore pung. in *P*.	Valori medii per le sensazioni tattili in *P*.	Valori medii complessivi per le sensazioni di dolore pungenti	Valori medii complessivi per le sensazioni tattili
Regione costale in corrisp. del V° spazio interc. sulla linea ascellare media	15,15	17,91	16,64	16,18	15,90	17,05
Faccia poster. della gamba. Parte media . .	11,50	12,53	12,00	15,40	11,75	13,97
Faccia anter. della gamba. » » . .	11,70	12,48	10,79	12,74	11,25	12,61
Regione anter. del braccio. » » . .	10,06	10,72	11,28	12,54	10,67	11,63
Faccia anter. della coscia. » » . .	9,27	17,57	11,71	15,10	10,49	16,34
Regione anter. dell'avambraccio. Parte media .	10,16	10,72	8,80	8,24	9,48	9,48
Dorso a livello della III^a^ vertebra dorsale .	7,87	11,79	8,66	14,37	8,27	13,03
Regione della piega del gomito	8,00	10,23	8,35	7,46	8,18	8,85
Dorso a livello della linea per le spine iliache ant.-super.	7,21	15,38	8,55	12,06	7,88	13,72
Regione sternale all'altezza del II° spaz. interc.	6,90	8,95	8,15	8,28	7,53	8,62
Parete anter. dell'addome sulla linea pubo-ombellicale.	6,59	8,09	6,82	10,70	6,71	9,40
Regione sternale all'altezza del V° spaz. interc.	6,22	6,80	6,33	6,49	6,28	6,65
Dorso a livello della VII^a^ vertebra cervicale .	5,57	6,81	5,52	8,48	5,55	7,65
Regione del dorso del piede	5,34	8,27	5,42	7,87	5,38	8,07
Faccia anter. della coscia. 1 cm. sopra la rotula	6,00	6,56	4,70	6,43	5,35	6,50
Regione del dorso della mano	5'27	5,18	4,61	6,30	4,94	5,74
Fronte in corrispondenza della glabella . .	4,65	5,07	3,35	6,22	4,00	5,65
Rotula	3,60	7,49	4,30	6,92	3,95	7,21
Regione della palma della mano	3,00	3,29	3,20	4,25	3,10	3,77
Regione anter. del polso	3,30	6,22	2,80	6,00	3,05	6,11
Faccia plantare dell'alluce	2,98	3,81	3,08	5,57	3,03	4,69
Mento in corrisp. della fossetta	2,15	2,62	2,40	2,47	2,28	2,55
Polpastrello del dito indice	1,22	1,75	1,19	1,51	1,21	1,63
Margine libero del labbro infer. Parte media .	0,75	1,62	0,75	1,93	0,75	1,78
Punta della lingua	0,65	0,64	0,50	0,46	0,58	0,55

Contro i risultati di Ponzo vennero elevate recentemente obiezioni da parte di E. von Skramlik e la sua allieva, la signorina B. Mayer. Quest'ultima, eseguendo nuove prove sulla localizzazione di sensazioni pure di tatto e di dolore, e adoperando nelle sue ricerche i peli stimolatori, come pure le cosidette setole aculee (*Stachelborsten*) di von Frey, era giunta alla conclusione che nell'indagine di Ponzo non si trattava di sensazioni dolorose pure, ma di impressioni composte di tatto e di dolore, cioè di complessi che, secondo l'autrice, vengono localizzati meglio che non le sensazioni puramente dolorose. Nello stesso senso si esprime von Skramlik. Ambedue affermano che le sensazioni di puro dolore vengono localizzate notevolmente peggio (*erbeblich schlechter*) che non le sensazioni puramente tattili (1).

B. Mayer, però, ha eseguito le sue prove su poche regioni della pelle. Nella sua prima ricerca, condotta col metodo di Volkmann, l'autrice esaminò, in 8 persone, le regioni cutanee della spalla e della parte media del lato volare del braccio; nella seconda, in seguito alle risposte di Ponzo e di me stesso (2), in due persone, la parte media del lato volare dell'avambraccio sinistro, giungendo in queste ultime prove, condotte in parte anche col metodo di Weber, alle medesime conclusioni.

L'autrice usava nelle sua prima ricerca peli stimolatori e setole aculee (*onoperdon bracteatun*) sotto il peso (*maximale Kraft*) di grammi *0,5* (3); nella seconda, seguendo il metodo di Volkmann, peli stimolatori del valore di tensione di *1* e *3 gr/mm* per le sensazioni tattili, stimoli di tal genere del valore di *10 gr/mm* per le impressioni composte, e setole aculee (*carduus acanthoides*) del valore di tensione di *0,5 gr/mm* per le sensazioni dolorose; invece, applicando alle sue prove il metodo di Weber, sperimentava con peli stimolatori del valore di *3 gr/mm* per le sensazioni tattili, con setole aculee del valore di *1 gr/mm* per le impressioni composte e con stimoli eguali del valore di *0,5 gr/mm* per le sensazioni dolorose (4).

(1) E. v. SKRAMLIK, *Zeitschrift für Sinnesphysiologie 56*, p. 135, 1924. — *58*, p. 28. — B. MAYER, *Ibid.*, *56*, p. 141. — *58*, p. 32.

(2) M. PONZO, *Archivio Italiano di Psicologia*, IV, p. 88, 1925. — F. KIESOW, *Zeitschrift für Sinnesphysiologie 56*, p. 322, 1924.

(3) B. MAYER, *Op. cit. 56*, p. 144.

(4) B. MAYER, *Op. cit.* (58), pp. 35 e 36. — A tal proposito mi permetto di rilevare che, se non si tratta di errori di stampa, stimoli di *0,5* e di *1 gr/mm*

Confrontando i rispettivi risultati riassunti nella seconda comunicazione di B. Mayer, si vede come gli errori medii calcolati per le impressioni composte siano in ogni caso minori di quelli determinati per le sensazioni puramente dolorose, e come il metodo di Weber abbia dato, per le sensazioni di dolore, valori minori di quelli ottenuti col metodo di Volkmann. L'autrice spiega questo fenomeno, affermando che la sensazione dolorosa sparisce immediatamente (*schlagartig*), appena il soggetto, cercando il punto cutaneo eccitato secondo il metodo di Weber, si avvicina a questo punto col bastoncino localizzatore. Essa scrive: « Gelegentlich findet also auf dem Umwege über eine Unterdrückungserscheinung eine etwas bessere Lokalisation statt, die die mittleren Fehler etwas günstiger gestaltet ». Soggiunge che, secondo le sue osservazioni, i punti cutanei eccitati vengono indicati con speciale sicurezza (*besonders sicher*) nei casi in cui si tratta di impressioni composte, e continua: « Diese Feststellung spricht von neuem und mit aller Eindringlichkeit dafür, das in Ponzos Versuchen bei der Lokalisation der mit einer Nadel gesetzen Stichschmerzreize die *Druckempfindung* den Ausschlag gegeben hat » (1). Del medesimo parere è von Skramlik, basandosi sulle ricerche di B. Mayer.

Quanto al fenomeno di repressione (*Unterdrückungserscheinung*) da cui B. Mayer fa dipendere la diminuzione dell'errore medio nelle localizzazioni di sensazioni puramente dolorose, non mi pare che essa sia un fatto così sicuro o così comune come l'autrice crede di dover affermare. Non si comprende neppure perchè un tale fatto non si verifichi, localizzando sensazioni tattili. Inoltre, l'affermazione di B. Mayer non mi sembra vada d'accordo con quanto lo Spearman poteva stabilire nella sua minuziosa ricerca sopra citata. Quando il soggetto avvicinava il bastoncino localizzatore al punto cutaneo realmente eccitato, tanto nella localizzazione di impressioni tattili, quanto in quelle di impressioni miste, l'autore poteva constatare un aumento di intensità che spesso serviva di guida.

mi sembrano troppo deboli per suscitare sensazioni dolorose e impressioni composte. Siccome lo stimolo di *0,5 gr/mm* rappresenta, per la regione cutanea esaminata, un valore di soglia rispetto alla sua sensibilità tattile, suppongo che si tratti in realtà dell'indicazione dei *pesi* adoperati (*maximale Kraft*): *0,5 gr.* per le sensazioni dolorose, *1 gr.* per le impressioni composte.

(1) B. MAYER, *ibid.*, p. 37.

Così, parlando di risultati di carattere soggettivo, ottenuti rispetto all'illusione segmentale, l'autore scrive: « Der einzige scheinbar einflussreiche Nebenumstand bestand darin, dass mit Annäherung des suchenden Stiftes der Reiz selbst stärker zu werden schien, und diese Vestärkung dann oft als Wegweiser gebraucht wurde » (1). Parimenti, accennando ai fenomeni soggettivi che accompagnavano la localizzazione di impressioni composte, nelle quali il dolore dominava, Spearman dice: « Eine schon früher bemerkte Illusion wurde beim Schmerz noch frappanter. Sobald der Stift des Reobachters zur scheinbaren Reizstelle gekommen war, so schien jeder Druik des Stiftes auf dem Papier den Schmerz des Reizes ausserordentlich zu steigern » (2).

Dati i dubbi che mi rimanevano giudicando le affermazioni di B. Mayer, ho creduto opportuno riprendere un'indagine sulla localizzazione di semplici sensazioni pure di tatto e di dolore, nonchè di impressioni complesse di tal genere, allo scopo di verificare quanto sia sostenibile in esse e quanto no. — Le prove preliminari di quest'indagine risalgono a diversi anni indietro; per condizioni indipendenti dalla mia volontà, però, ho potuto condurla a termine soltanto in questi ultimi tempi (3).

Per provocare sensazioni di puro dolore, già molti anni fa tentai, a varie riprese, di eccitare i rispettivi punti cutanei con pungiglioni di api, ma non riuscendo a liberarli completamente dal noto prodotto di secrezione che disturbava ogni ricerca, ho dovuto abbandonare questo metodo, per tornare all'uso di finissimi aghi. Circa dieci anni fa, però, M. von Frey ha dimostrato come spine vegetali servano a tal uopo. Egli stesso fece uso di spine di *Carduus*

(1) C. SPEARMAN, *Op. cit.*, p. 420.

(2) C. SPEARMAN, *ibid.*, p. 466.

(3) Coll'esposizione dei risultati ottenuti in questa ricerca non intendo entrare in nuove polemiche con von Skramlik il quale, fondandosi soprattutto sui risultati descritti nella seconda comunicazione di B. Mayer, termina la sua replica col dire che con questa egli considera chiusa la polemica (*Zeitschrift für Sinnesphysiologie 58*, pag. 31). Mi sia concesso soltanto di rilevare che neppure in questa sua replica trovo indicato, ove nelle pubblicazioni di Ponzo egli abbia riscontrato le strane affermazioni che si leggono nel suo primo articolo, affermazioni che io, nella mia risposta, ho dovuto dichiarare erronee.

acanthoides che attaccò a setole fissate, a mo' dei suoi peli stimolatori, a piccoli bastoncini (1).

Come fu già detto, anche B. Mayer fece uso di tali istrumenti, adoperando spine di *Onoperdon bracteatum* e di *Carduus acanthoides*. Siccome non mi fu possibile procurarmi tali spine, ho usato durante la presente indagine quelle di *Opuntia robusta*. Benchè queste spine non siano tutte della medesima grossezza, non è difficile sceglierne una serie di eguale lunghezza e spessore. Non credo che il loro uso possa produrre una differenza rispetto ai risultati ottenuti.

Le mie spine erano fine e della lunghezza di *10* millimetri circa. Non le ho attaccate a setole, ma, con un po' di paraffina, all'estremità inferiore del tubetto di un mio estesiometro, descritto in pubblicazioni precedenti (2), mentre i pesi adoperati vennero fissati, pure con un po' di paraffina, sulla pedina dello stesso tubetto.

M. von Frey dice che le spine di *Carduus acanthoides* non sono tanto acute da penetrare nella pelle sotto i pesi da lui adoperati (*1/8, 1/4, 1/2, 1 - 2* grammi) (3), mentre quelle di *Onoperdon bracteatum*, secondo von Skramlik, entrano già nell'epidermide sotto il peso di *0,5 gr.* (4). Le mie spine non penetravano nella pelle. — Nell'intenzione di controllare soprattutto i risultati pubblicati da M. Ponzo, ho incominciato le mie ricerche col peso di *2* grammi, continuandole poi con pesi minori.

Poichè il tubetto del mio estesiometro, del peso di 0,1495 gr., venne aumentato da quel po' di paraffina con la quale fissavo la spina ed il peso, avverto il lettore che i pesi da me usati erano in ogni caso un po' superiori a quelli indicati nelle tabelle che seguono.

In tutte le prove eseguite per suscitare sensazioni di dolore ho potuto verificare quel periodo di latenza, più o meno lungo,

(1) M. von FREY, *Zeitschrift für Biologie 76*; Estratto, pp. 2 e segg., 1922. — Cfr. pure M. von FREY, *Zeitschr. f. Biologie 63*, p. 362, 1913. — F. HACKER, *ibid, 64*, p. 192, 1914.

(2) F. KIESOW, *Arch. f. d. ges. Psychologie LVII*, p. 396, 1926.

(3) M. v. FREY, *Zeitschrift für Biologie 76*; Estratto, p. 2, 1922.

(4) E. v. SKRAMLIK, *Zeitschrift für Sinnesphysiologie 56*, p. 136, 1925.

descritto da von Frey (1), periodo che intercede tra il momento in cui si applica lo stimolo e quello in cui sorge la sensazione. In tutte le mie prove lo sperimentatore lasciava posare lo stimolo sul punto cutaneo eccitato fino al momento in cui la sensazione si presentava chiaramente nella coscienza dell'osservatore, il quale la localizzava poi rapidamente. In tal modo rimaneva esclusa dalla mia indagine la localizzazione di sensazioni di prurito le quali, sebbene rappresentino gradi deboli delle stesse sensazioni dolorose, esorbitano dall'argomento che mi sono proposto di trattare. Faccio notare soltanto che nella localizzazione di sensazioni di prurito, che appaiono quando il dolore si diffonde in una data regione cutanea, gli errori aumentano grandemente. Perciò la localizzazione di sensazione di dolore venne eseguita prima che questa avesse avuto il tempo di diffondersi sensibilmente.

Anche B. Mayer dirige l'attenzione su questo fatto. Discutendo i risultati raccolti in tabella *2* della sua prima comunicazione, l'autrice scrive: « Warum das absolute Erkennungsvermögen für Reizstellen durch den Schmerzsinn ein schlechteres ist, als für den Drucksinn, lässt sich mit Sicherheit nicht angeben. Es wäre hier vor allem daran zu denken, dass der Schmerz oft ausstrahlt, sich also gewissermassen über ein grösseres Gebiet verbreitet, aus dem sich dann der eigentliche Reizort natürlich schlechter herausheben muss » (2).

Su questo fatto non può esservi alcun dubbio; ed è da un tal punto di vista, io credo, che i risultati dell'autrice debbano essere giudicati (3).

Anche l'aumentato errore osservato dallo Spearman quando, invece di semplici impressioni tattili, fece localizzare impressioni composte nelle quali il dolore fortemente dominava, dipendeva, secondo il mio modo di vedere, dal medesimo fatto. In una prima serie di tali prove eseguite sul braccio, egli vide l'errore costante aumentato, mentre l'errore variabile apparve diminuito (4). Ripetendosi un tale aumento in una seconda serie di sperimenti in cui le

(1) M. v. FREY, *Op. cit.*, p. 6. — *Zeitschrift für Neurologie u. Psychiatrie 79* p. 326, 1922.

(2) B. MAYER, *Zeitschrift für Sinnesphysiologie 56*, p. 152, 1924.

(3) Cfr. pure: W. WUNDT, *Grundzüge d. physiol. Psychol.*, II⁶, p. 464, 1910.

(4) C. SPEARMAN, *Op. cit.*, p. 466.

condizioni erano state variate, l'egregio autore esprime il suo giudizio su questo fatto come segue: « Einen so regelmässigen Zuwachs der Täuschung beim Schmerz kann man unmöglich dem Zufall zuschreiben. Mithin muss man schliessen, dass der Schmerz nicht durch den engen Zusammenhang speziell mit dem zu lokalisierenden Reiz, als vielmehr durch eine allgemeine Affizierung des Bewusstseins die Täuschung zu vergrössen vermag » (1).

Le ricerche dello Spearman vennero condotte sotto condizioni diverse da quelle di B. Mayer, ma il fenomeno come tale, secondo me, dipende dalla medesima circostanza. Qualsiasi diffusione del dolore esercita una influenza sulla coscienza, ed è naturale che quest'influenza aumenti coll'intensità dello stimolo. In questo senso deve interpretarsi l'espressione dello Spearman sopra citata. Lo stimolo usato da quest'autore era molto forte (*scharfe Spitze, intensiver Druck*) e perciò l'impressione cutanea assai dolorosa (*höchst schmerzhaft*). Tanto è vero che l'autore sentì il dovere di esprimere pubblicamente uno speciale ringraziamento alle persone che si erano sottoposte a tali esperimenti (2).

Del resto la mia opinione trova conferma in quanto lo Spearman riferisce rispetto ai risultati ottenuti nella prima serie delle prove sopra indicate, alla quale parteciparono *3* soggetti (*B.*, *M.* e *Kn.*). Si legge a tal proposito: « Subjektiv fanden *B.* und *M.*, dass der schmerzhafte Eindruck zuerst viel schärfer als der normale lokalisiert war, bald aber diffus und viel schwerer lokalisierbar wurde; daher zeigten diese Beobachter beim Schmerz die vermeintliche Stelle mit ungewöhnlicher Promptheit und entsprechendem Sicherheitsgefühl an. *Kn.* dagegen zwang sich, bei schmerzhaften ebenso bedächtig wie bei normalen Reizen zu lokalisieren; daher kommt es wahrscheinlich, dass er beim Schmerz das überlegene Sicherheitsgefühl eingebüsst hatte, obwohl er die objektive Verkleinerung des variablen Fehlers beibehielt » (3). Per stimolo normale (*Normalreiz*) l'autore intende uno stimolo puramente tattile.

(1) C. Spearman, p. 467 seg.
(2) *Ibid.*, *Op. cit.*, p. 465.
(3) *Ibid.*, p. 466. Cfr. Tab. V.

Tutte le mie prove vennero fatte su regioni cutanee del lato sinistro del corpo. Le localizzazioni si eseguirono, in principio, per mezzo di un pennellino sopra descritto, indi con un piccolo bastoncino di legno debitamente aggiustato, che il soggetto teneva tra le dita della mano destra. I due apparecchi non davano risultati diversi.

Per facilitare la misura degli errori commessi, disegnai, con linee colorate, su ogni regione da esaminare una superficie speciale e la divisi in piccoli quadretti. Queste superficie avevano le seguenti dimensioni: falangi del dito medio: $1 \times 1{,}5$ cm., palma della mano e rotula: 2×2 cm., tutte le altre: 3×3 cm. Facendo posare la punta dell'apparecchio localizzatore sopra ogni superficie, il soggetto, come già dissi, era sempre in grado di indicare rapidamente il supposto punto cutaneo eccitato. Qualora la localizzazione non potesse farsi in breve tempo, la prova venne interrotta. In tal modo si evitavano non soltanto estese diffusioni di sensazioni dolorose, ma anche estesi movimenti delle dita e della mano. Siccome la posizione delle varie regioni cutanee rimaneva costante in tutte le prove, non può esservi dubbio che tanto i risultati ottenuti su una sola regione quanto quelli verificatisi su diverse regioni siano paragonabili tra loro.

S'aggiunga che, per rendere costante la posizione delle varie parti del corpo, in principio dell'indagine tentavo di fissarle in forme speciali. Vedendo però che la fissazione dava a queste parti posizioni troppo forzate, provocando in tal modo sensazioni secondarie disturbanti, ho abbandonato questo metodo, per lasciare le regioni esaminate nella posizione più naturale possibile. Questa verrà indicata più oltre, quando si darà conto dei risultati conseguiti.

Poichè non era possibile provocare per mezzo di spine sottostanti al peso di *2* gr. sensazioni dolorose sul lato volare del dito medio e della mano, per suscitare impressioni composte in queste regioni, sono tornato all'uso di finissimi aghi. L'intensità di un tale stimolo corrispondeva in ogni caso a quella necessaria per provocare impressioni miste ben chiare, ma nelle quali il dolore non dominava troppo. Sulle altre regioni cutanee esaminate in questa parte della ricerca anche le impressioni miste vennero provocate da stimoli aculei del peso di due grammi.

Quanto poi alle sensazioni puramente tattili, esse non vennero suscitate in questa parte dell'indagine, come in quella eseguita da

Ponzo, con peli stimolatori del valore di *10 gr/mm*, ma con stimoli di tal genere del valore di 5 *gr/mm* (peso = 0,65 grammi, raggio medio = 0,13 millimetri), e ciò per il fatto trovato dal Dott. Alessandro Gatti nella sua ricerca sulla sensibilità tattile di differenza, che, cioè, peli stimolatori del valore di *8 gr/mm* talvolta suscitavano in lui sensazioni tattili accompagnate da un accenno al dolore (1). Quantunque la sensibilità cutanea del dolore sia assai più sviluppata nel Dott. Gatti che non in me, ho voluto tener conto di tale fatto nella presente indagine.

Terminata la localizzazione, lo sperimentatore misurava l'errore commesso per mezzo di un compasso di precisione. Durante le prime prove le misure vennero eseguite in frazioni di *0,2 mm;* per ragioni pratiche, più tardi, in frazioni di *0,5 mm.* — Dal momento in cui lo sperimentatore avvertiva il soggetto dell'inizio di una prova con un semplice "adesso„, fino a misura compiuta il soggetto teneva gli occhi chiusi, rispondendo ad ogni stimolazione con un semplice *sì* o *no.* Ogni singola serie consisteva di *10* prove. Terminata una tale serie, si faceva una pausa più o meno lunga.

A causa della loro grande densità, i punti cutanei di dolore non vennero fissati (2). Lo stesso dicasi dei punti tattili dei lati volari del dito medio e della palma della mano, ove tali punti si trovano pure in notevole quantità. Durante le prove preliminari ed anche nelle prime serie definitive, invece, ho fissato i punti tattili di qualche altra regione cutanea esaminata, tagliando ivi i peli, come al solito, per mezzo di un rasoio. Essendo, però, la diversità tra la qualità tattile e quella dolorosa così caratteristica che non è possibile confonderle, nelle numerose prove eseguite più tardi, neppure la fissazione di questi punti mi è sembrata necessaria, tanto meno, perchè in tutte le serie eseguite l'attenzione dell'osservatore rimaneva concentrata esclusivamente su una sola qualità. Lo stesso

(1) A. GATTI, *Archivio Italiano di Psicologia*, II, p. 31, 1922.

(2) Sul lato volare dell'avambraccio sinistro Strughold trovò una densità dei punti di dolore eguale a *203* per cmq. In tutta la parte pelosa del corpo (eccetto il cuoio capelluto) la densità di tali punti, secondo lui, sarebbe, in media, eguale a *175* per cmq., sulle superficie tattili propriamente dette, in media, eguale a *54* per cmq. - (H. STRUGHOLD, *Ueber die Dichte und Schwellen der Schmerzpunkte der Epidermis in den verschiedenen Körperregionen.* Dissert. dell'Univers. di Würzburg (J. F. Lehmann, München, 1924), p. 6 segg. Cfr. tab. I.

vale per l'impressione mista. Anche quest' ultima, a causa della fusione intima che si compie tra la sensazione tattile e quella dolorosa (principio della sintesi creatrice) è di una tinta tanto speciale da non potersi confondere nè coll'una nè coll'altra. – Fissando i punti tattili, quest'impressione si ottiene facilmente, evitando la stimolazione diretta di un tale punto.

Per quanto riguarda la localizzazione di sensazioni semplici di puro dolore, la ricerca è resa abbastanza difficile per il fatto, osservato già da altri come pure da B. Mayer (1), che un tale punto cutaneo non risponde sempre all' eccitamento fatto col medesimo stimolo meccanico. Può avvenire, per esempio, che la sensazione dolorosa sorga chiaramente in tutta la sua caratteristica in seguito alla prima stimolazione di un punto di dolore, ma poi, per lungo tempo, non più. Si osserva pure che la sensazione dolorosa sparisce, mentre la stimolazione e, di conseguenza, la deformazione del tessuto perdura.

Secondo le mie osservazioni, il fatto si verifica anche entro le zone le quali, come dimostra Strughold, circondano un punto di dolore. Strugold scrive a tal proposito: « Der Radius der den Schmerzpunkt umgebenden Erregbarkeitszonen nimmt ungefähr um 0,15 mm pro 1/4 gr Kraft der Stb. (*Stachelborsten*) zu » (2). Si comprende come il fenomeno non possa apparire, quando si eccita un punto cutaneo troppo lontano dal vero punto di dolore.

Di tutti questi fenomeni venne sempre tenuto conto nella presente indagine. Senza fissare appositamente i rispettivi punti, non si localizzavano mai sensazioni che non fossero ben chiare ed intense. Ripeto che si cercava sempre di evitare la diffusione della sensazione dolorosa.

Fatti simili a quelli sopra descritti si riscontrano, come è noto, anche in altri campi sensoriali. Nel caso presente, la migliore spiegazione del fenomeno mi sembra sia quella data da M. v. Frey, il quale scrive: « Schwindet die Erregung trotz fortdauernder Deformation, eine Erscheinung, die oft zu beobachten ist, so muss darin wohl eine Reaktion des Gewebes auf die gesetzte Störung gesehen werden nach Art eines Heilungsvorganges » (3).

(1) B. MAYER, *Zeitschrift für Sinnesphysiologie 56*, p. 146.

(2) H. STRUGHOLD, *Op. cit.*, p. 10. Cfr. fig. 4.

(3) M. von FREY, *Zeitschrift f. die ges. Neurologie u. Psychiatrie 79*, p. 326; a. 1922. Cfr. pure: *Zeitschrift für Biologie 76*; 1922. Estratto p. 7.

Forse sta qui la ragione principale, per la quale diversi autori non hanno ancora potuto decidersi di riconoscere l' indipendenza della sensazione dolorosa da quella tattile, rispettivamente l'indipendenza dei due apparecchi nervosi alla cui funzione il sorgere delle due sensazioni resta legata.

Merita d'essere rilevato un altro fatto. Durante le prime prove eseguite sul lato volare dell' avambraccio sinistro vedevo chiaramente i sopraddetti disegni davanti agli occhi chiusi. Dopo un po' di tempo il fenomeno spariva. Non l'ho visto durante l'esame delle altre regioni cutanee sunnominate.

A prima vista si sarebbe forse inclinati a riconoscere in questo fatto un fenomeno eidetico. Ma non essendo io un eidetico molto pronunciato (1), e dato anche che non vedevo i disegni tracciati su altre regioni cutanee (probabilmente perchè, a causa della posizione meno comoda di queste parti, essi non vennero guardati tanto intensamente), sono d' avviso che in questo caso si trattava piuttosto di fenomeni appartenenti alla categoria di quelli che Fechner denominò immagini mnemoniche consecutive (*Erinnerungsnachbilder*) (2). Siccome queste immagini recavano un disturbo all' accurata localizzazione delle rispettive sensazioni, le prove vennero interrotte fin quando il fenomeno non si presentasse più.

Un fatto simile ho potuto osservare nel Prof. Gatti che si prestava all'esame della parte media dell'avambraccio sinistro. In questo soggetto, però, il fenomeno non appariva subito all' inizio delle prove, ma si sviluppava alcuni giorni dopo durante la determinazione locale di sensazioni puramente dolorose. Sui particolari di questo caso torneremo più oltre. Qui sia rilevato soltanto che neppure il Prof. Gatti è eidetico. Egli non vedeva mai il disegno, da lui stesso tracciato, davanti agli occhi chiusi, ma sempre dentro la testa. Ritengo che anche in questo caso si trattava di una immagine mnemonica consecutiva speciale.

Nella sua prima comunicazione anche B. Mayer parla dell'influenza che rappresentazioni visive possano esercitare sulle localizzazioni di sensazioni cutanee. Si tratta, però, di fatti diversi da quelli sopra descritti. L' autrice osservò che alcuni dei suoi sog-

(1) F. KIESOW, *Archiv für die ges. Psychologie 59*, p. 369; 1927.

(2) TH. FECHNER, *Elemente der Psychophysik*, 2. Aufl. (W. WUNDT), II, p. 491 e seg.; 1889.

getti si sentivano sicuri delle loro determinazioni locali soltanto nei casi in cui erano in grado di vedere le regioni stimolate, mentre rimanevano assai incerti (*sehr unsicher*), quando ciò non era possibile. In altri soggetti osservò il contrario, in altri ancora che le localizzazioni vennero eseguite con eguale sicurezza tanto in un caso quanto nell'altro (1).

Rilevo ancora che sensazioni doppie, come in ricerche analoghe talvolta si presentano in alcune persone, nella presente indagine non si verificarono, nè in me, nè nei signori che gentilmente si misero a mia disposizione.

Riferisco dapprima sull'esito delle prove eseguite su me stesso. Le regioni cutanee esaminate si trovano indicate nelle tabelle sottostanti. Su ognuna di queste regioni vennero eseguite due serie di *50* singole prove. Nelle tabelle, *C* significa il valore centrale (2), *M* la media aritmetica di *50* errori, *Vm* la variazione media, *ma* i valori massimi, *mi* i valori minimi e *Mc* la media aritmetica complessiva, calcolata in base a *100* singoli errori. — Siccome il valore dell'errore centrale, in generale, differisce poco da quello della media aritmetica, e perciò può servire ad un rapido controllo dell'esito della ricerca, mi è sembrato opportuno indicarlo nelle rispettive tabelle. Trattandosi nella presente indagine soprattutto di un controllo dei risultati ottenuti da M. Ponzo, ho posto la media aritmetica, seguendo in ciò anche E. H. Weber, a base dell'esito della medesima.

La posizione delle regioni cutanee esaminate era la seguente: La mano sinistra posava col lato dorsale e le dita stese sopra un cuscinetto posto su un tavolino coperto di un panno, mentre l'avambraccio giaceva orizzontalmente su questo tavolino, formando col braccio un angolo ottuso. Durante le prove eseguite sul lato volare del braccio, anche questo rimaneva nella medesima posizione, mentre in quelle eseguite sulla piega del gomito, esso giaceva steso sopra il panno del tavolino. — Nelle determinazioni fatte sul lato anteriore della coscia sinistra, questa si trovava in posizione orizzontale, corrispondente a quella d'una persona seduta comodamente su una sedia, col piede posto sopra un piccolo sgabello e la gamba leggermente avanzata. A tale posizione corrispondeva pure quella della rotula.

(1) B. Mayer, *Zeitschr. für Sinnespbys. 56*, p. 149. Cfr. pure p. 150, figg. *3* e 4.

(2) Cfr. G. H. Fechner. *Abhandl. der math.-phys. Kl. der K. sächs. Gesellsch. d. Wiss.*, vol. XI, 1; 1874. — W. Wirth, *Psychophysik*, p. 46; 1912.

Siccome il cuscinetto e il panno di cui sopra erano sempre della temperatura della stanza nella quale si lavorava, impressioni termiche non potevano disturbare la ricerca.

Quanto al gomito destro, questo si trovava sempre in una posizione naturale, eventualmente appoggiato in modo che movimenti estesi della mano destra e delle rispettive dita rimanevano esclusi.

TABELLA II. — **Errori di localizzazione di semplici sensazioni tattili pure. - Serie di 50 singole determinazioni. - Stimolo: 5 gr/mm. - Misure fatte in millimetri. - Soggetto: F. Kiesow. Sperimentatore: C. Servetti.**

REGIONE CUTANEA		C	M	Vm	ma	mi	Mc
Dito medio, 3ª fal.:	1.a serie	2,0	1,82	0,73	4,5-4-3	0-0-0	*1,84*
	2.a serie	2,0	1,85	0,67	4-4-4	0-0-0	
» » 2ª fal.:	1.a serie	2,5	2,54	0,88	5-4,5-4	0-0-0	*2,50*
	2.a serie	2,0	2,46	1,18	6-6-5	0-0-0	
» » 1ª fal.:	1.a serie	3,0	2,99	1,13	6,5-6-5,5	0-1-1	*2,87*
	2.a serie	2,5	2,74	1,20	8-6-5	0-0-0	
Palma della mano:	1.a serie	3,5	3,51	1,50	8,5-7,5-7	0-0-0	*3,67*
	2.a serie	3,5	3,82	1,66	8-8-7	0-0-0	
Avambr., reg. del polso:	1.a serie	5,55	5,43	1,67	12-10-10	0-2-2	*6,11*
	2.a serie	6,85	6,78	2,40	16-12-12	3-3-3	
» parte media:	1.a serie	8,75	9,32	4,38	22-19-18,5	1-1-1	*9,27*
	2.a serie	9,21	9,21	3,04	21-19,5-19	2-3-4	
» parte super.:	1.a serie	8,0	9,28	4,41	21-19-19	1,5-1,5-2	*8,91*
	2.a serie	8,0	8,53	3,51	22-21-18	2-2-2	
Piega del gomito:	1.a serie	9,75	9,29	3,72	18-16-15,5	0-2,5-2,5	*8,94*
	2.a serie	8,65	8,59	2,72	15-14,5-14,5	1-1,5-2	
Braccio, parte media:	1.a serie	13,0	12,87	4,43	25-25-23,5	2-3-3,5	*13,16*
	2.a serie	11,85	13,44	5,26	27-25,2-25	4-5-5,2	
Rotula:	1.a serie	8,0	7,76	2,87	17-14-14	1,8-2,5-3	*7,14*
	2.a serie	6,25	6,52	2,58	15-12-12	0-1,5-2	
Coscia, parte med.:	1.a serie	10,1	10,59	3,79	20-20-19	3-3-3,5	*10,45*
	2.a serie	10,0	10,31	3,65	20-19,5-18	2,5-3,5-4	

Confrontando tra loro le medie complessive esposte nell'ultima colonna di questa tabella, si osserva come dalla terza falange del dito medio fino alla parte media del braccio questi valori aumentino. Ad eccezione delle medie stabilite per la regione superiore dell'avambraccio e la piega del gomito, l'aumento procede regolarmente. Su queste ultime regioni, però, s'incontrano valori i quali, di fronte alla media complessiva stabilita per la parte media dell'avambraccio rappresentano una leggera diminuzione che viene poi superato notevolmente dal rispettivo valore determinato per la parte media del braccio. Le piccole differenze esistenti tra i valori delle due regioni indicate mi sembrano del tutto trascurabili.

Un fatto simile venne osservato da E. H. Weber nelle sue ricerche intorno al così detto senso locale (*Ortsinn*). L'autore scrive a tal proposito: « Die Haut am Oberarm ist also im Allgemeinen unempfindlicher als die Haut am Unteram, und diese wieder unempfindlicher als die der Hand. Aber die Empfindlichkeit vermindert sich von der Hand zur Schulter nicht gleichmässig, sondern am Handgelenke und Ellenbogengelenke ist sie etwas grösser als an den dazwischen gelegenen Theilen » (1).

Poichè gli argomenti trattati da Weber e da me non sono identici, si comprende, come neanche i valori assoluti ottenuti nei due casi possano essere i medesimi. Ciononostante mi sembra interessante che in un caso come nell'altro si giunga, in linea generale, a risultati analoghi.

Va aggiunto che l'affermazione di Weber poggia su risultati ottenuti su ambedue i lati dell'intero arto, mentre le mie determinazioni rimasero limitate, come già dissi, al lato volare di esso. È probabile, però, che, determinando le medie degli errori di localizzazione sul lato dorsale dell'arto, si giunga ad un simile risultato generale. Rispetto alla differenza di sensibilità che sussiste tra i due lati, Weber scrive: « Der schärfste Ortsinn (ist) auf der Volarseite der Hände, die die Rückseite derselben dadurch beträchtlich, und auch die Plantarseite der Füsse in nichl unbeträchtlichem Grade übertrifft. In der Hohlhand sind es wieder die Fingerspitzen oder überhaupt die letzten Glieder der Finger, welche den allerfeinsten

(1) E. H. WEBER, *Die Lehre vom Tastsinne und Gemeingefühle*. - Wagners Handwörterbuch der Physiologie. Separatabdruck (Braunschweig, 1851), p. 77.

Ortsinn besitzen, der fast dem der Lippen gleich kommt. Schon an dem zweiten Gliede der Finger nimmt die Feinheit ab und noch mehr an dem ersten Gliede » (1). Quest'ultima affermazione va perfettamente d'accordo coi risultati esposti in tabella II.

Un fatto analogo Weber osservò anche rispetto alla sensibilità delle varie regioni della gamba. Si legge a tal proposito: « Ebenso verhält es sich am Beine, nur sind die Füsse und Zehen auf der Fusssohle unempfindlicher als die Hand und die Finger auf ihrer Volarfläche » (2). I valori indicati nella tabella per la rotula e la superficie anteriore della coscia, come pure altre osservazioni qui non esposte, militano, in generale, a favore delle osservazioni del celebre autore.

Mi permetto di soggiungere che risultati corrispondenti a quelli raccolti in tabella II ottenni, molti anni fa, sul lato volare dell'avambraccio sinistro, stabilendo qui la soglia media del punto tattile (3).

Comunico in seguito i risultati ottenuti nella localizzazione di semplici sensazioni cutanee di puro dolore (v. tab. III a p. 222).

Confrontando le medie complessive di questa tabella con quelle della tabella precedente, si osserva come in ambedue i casi questi valori seguono un decorso analogo, con la sola differenza che in tab. III la media ottenuta per la piega del gomito è un po' minore di quella stabilita per la parte superiore dell' avambraccio, mentre in tab. II le due medie sono, si può dire, del medesimo valore. Il fatto sta forse in relazione con quanto Strughold riuscì a stabilire rispetto alla sensibilità dolorosa delle pieghe articolari (*Gelenkbeugen*), la quale egli trovò superiore a quella delle regioni pelose della superficie del corpo (4).

(1) E. H. WEBER, *Op. cit.*, p. 76.

(2) *Ibidem*, p. 77.

(3) F. KIESOW, *Philos. Studien* (W. WUNDT) *19*, p. 308, 1902. — *Zeitschrift f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorgane* (EBBINGHAUS e NAGEL) *35*, p. 250, 1904.

(4) H. STRUGHOLD, *Op. cit.*, p. 11.

TABELLA III.

Errori di localizzazione di semplici sensazioni cutanee di puro dolore. - Serie di 50 singole determinazioni. - Stimolo aculeo: 2 grammi. - Misure fatte in millimetri. - Soggetto: F. Kiesow. Sperim.: C. Servetti.

Regione cutanea		*C*	*M*	*Vm*	*ma*	*mi*	*M*
Avambr., reg. del polso:	1.a serie	5,0	5,15	1,54	9-9-8	1,5-2-2	5,
	2.a serie	5,0	5,23	2,08	13,5-10,5-9	0-1-2	
» parte media:	1.a serie	7,5	8,05	3,39	24-16,5-14,5	1-2-2,5	8,
	2.a serie	8,5	8,38	3,20	15,2-15-14	1-2-2,5	
» parte sup.:	1.a serie		8,62	3,61			8
	2.a serie	7,8	9,15	3,65	24-21-19	1-3-3	
Piega del gomito:	1.a serie	8,0	8,40	3,61	16,5-16-16	2-2-3	8,
	2.a serie	8,4	8,53	3,68	18-16-12	2-2-3	
Braccio, parte media:	1.a serie	10,9	11,04	3,71	28,5-19-18,5	0-0-4	10
	2.a serie	9,35	10,65	4,73	23-23-22	2,2-3-3,5	
Rotula:	1.a serie	6,0	5,99	2,06	11-10,5-10	0-2-3	6,
	2.a serie	6,5	6,79	2,29	14-12-11,5	3-3-3	
Coscia, parte media:	1.a serie	6,75	6,59	2,27	13-12-12	0,5-2-2	7,
	2.a serie	8,5	8,1	2,94	15-14-14	1-1,5-2	

Dal medesimo fatto dipende forse il valore relativamente piccolo della media complessiva stabilita per la regione del polso, regione che in me si presenta assai sensibile al dolore. Si noti che in me tutta la regione è priva di peli e che la parte distale di essa sembra ancor più sensibile di quella prossimale. Ammesso poi che il dolore rappresenti in questa regione una protezione speciale

della pelle, mi sembra lecito supporre che la densità dei punti di dolore sia qui notevole. Siccome Strughold non era interessato particolarmente nella sensibilità dolorosa di questa regione, si comprende perchè nelle sue tabelle non si trovino indicazioni a tal riguardo (1).

L'esame della regione del polso per mezzo di uno stimolo aculeo di *2 gr.* è reso particolarmente difficile per il fatto che la pelle, oltre ad un notevole numero di organi dolorifici, possiede qui anche una considerevole quantità di organi tattili. Perciò volendo provocarvi una sensazione puramente dolorosa, è facile che sorga, invece, una impressione mista di tatto e di dolore. Il soggetto che si sottomette a prove di tal genere deve quindi distinguere nettamente tra le due impressioni in questione. Acquistato un sufficiente esercizio, le difficoltà non sono insuperabili.

Ciò che dopo molte prove mi ha indotto a conservare i valori della regione del polso raccolte in tab. III è, da una parte, il fatto che anche le rispettive medie di Ponzo, sebbene ricavate da un esiguo numero di singole determinazioni, sono piccole; d'altra parte, la circostanza che la media complessiva risultante dalla localizzazione di impressioni cutanee composte di tatto e di dolore (tab. seg.) si presenta di un valore non molto grande.

Nella tabella che segue si trovano raccolti i valori ottenuti nella determinazione locale di impressioni composte di tatto e di dolore. — Poichè non era possibile provocare in me sensazioni dolorose sui lati volari del dito e della mano per mezzo di spine sotto il peso di due grammi, ho risolto, come già dissi, di ricorrere nella localizzazione di impressioni miste, per queste regioni, all'uso di aghi. Per essere sicuro di esercitare simultaneamente organi specifici di tatto e di dolore, gli aghi non vennero affilati ulteriormente (2).

(1) STRUGHOLD, *Op. cit.*, pp. 4 seg.; p. 12.

(2) È noto che la densità dei punti dolorifici è assai minore nelle superfici tattili propriamente dette, che non nelle regioni pelose della superficie corporea. Strughold ammette per le superficie tattili, in media, una densità di punti dolorifici eguale a 54 circa per cmq. Cfr. H. STRUGHOLD, *Op. cit.*, p. 7 e seg.

TABELLA IV.

Errori di localizzazione di impressioni composte di tatto e di dolore. - Serie di 50 singole determinazioni. - Stimoli: Aghi per il dito medio e la mano; spine sotto il peso di 2 gr. per le altre regioni cutanee. - Misure fatte in mm. - Soggetto: F. Kiesow. Sperim.: C. Servetti.

Regione cutanea		*C*	*M*	*Vm*	*ma*	*mi*	*Mc*
Dito medio, 3ª fal.:	1.a serie	2	1,77	0,76	5-4-4	0-0-0,5	*1,80*
	2.a serie	2	1,82	0,93	5-4-3,5	0-0-0	
» » 2ª fal.:	1.a serie	3	3,40	1,10	6-6-6	0,5-1-1	*3,11*
	2.a serie	3	2,82	1,20	7-6-5,5	0-0-0	
» » 1ª fal.:	1.a serie	3,75	3,65	2,01	10-9-8	0-0-0	*3,43*
	2.a serie	3	3,20	1,22	9-8,5-6,5	0-1-1	
Palma della mano:	1.a serie	3	2,96	0,99	6-6-5	0-0-0	*3,09*
	2.a serie	3	3,22	1,50	7-6,5-6,5	0-0-0	
Avambr., reg. del polso:	1.a serie	6,5	6,73	2,42	13-12-12	0,5-1-1,5	*6,33*
	2.a serie	5,85	5,92	2,23	11,5-11-10	1-2-2	
» parte media:	1.a serie	8,0	9,98	4,42	26-21-21	2-2-3	*9,94*
	2.a serie	8,0	9,90	3,72	20-19-19	0-3-5	
» parte sup.:	1.a serie	8,5	8,62	2,87	19,5-17-14,5	3-4-4	*7,97*
	2.a serie	7,0	7,31	2,27	17-13-13	2,5-3-3	
Piega del gomito:	1.a serie	9,5	10,16	4,15	20-20-19	0-0-3	*10,23*
	2.a serie	9,5	10,29	3,09	19-19-18	3-5-5	
Braccio, parte media:	1.a serie	13,5	13,68	5,13	33-24,5-23	0-2-5	*12,91*
	2.a serie	11,5	12,14	4,49	23-22,5-22	3-4-5	
Rotula:	1.a serie	7,75	8,16	3,25	17-16-15	0-0-1,5	*7,72*
	2.a serie	7,0	7,27	2,54	17-13-12,5	0-0-0	
Coscia, parte media:	1.a serie	9,5	9,20	3,46	18,5-18-18	0-0-4	*9,4*
	2.a serie	9,0	9,63	3,61	23-17,5-17	3-3-3	

Per poter confrontare convenientemente le medie complessive delle tabelle precedenti, le ricolgo ancora una volta nella tabella seguente.

TABELLA V.

Medie complessive degli errori di localizzazione di sensazioni pure di tatto e di dolore, nonchè di impressioni composte di tali sensazioni. - Misure fatte in millimetri.

REGIONE CUTANEA	SENSAZIONI TATTILI PURE	SENSAZIONI DOLOROSE PURE	IMPRESSIONI COMPOSTE DI TATTO E DOLORE
Dito medio : 3ª falange . . .	1,84		1,80
» » 2ª » . . .	2,50		3,11
» » 1ª » . . .	2,87		3,43
Palma della mano	3,67		3,09
Avambraccio, regione del polso	6,11	5,19	6,33
» parte media . .	9,27	8,22	9,94
» parte superiore .	8,91	8,89	7,97
Piega del gomito	8,94	8,47	10,23
Braccio, parte media	13,16	10,85	12,91
Rotula	7,14	6,39	7,72
Coscia, parte media.	10,45	7,35	9,42

Paragonando tra loro le medie complessive esposte nelle tre colonne di questa tabella, si osserva come i decorsi di tali valori, malgrado certe differenze, in linea generale, corrispondono tutti e tre alla sopraccitata affermazione di E. H. Weber.

Nella prima colonna la concordanza del decorso con la affermazione di Weber è da considerarsi come perfetta.

Nella seconda colonna la media stabilita per la piega del gomito si presenta di poco inferiore a quella determinata per la regione superiore dell'avambraccio.

Nella terza colonna la media complessiva della parte superiore dell'avambraccio appare notevolmente minore dei rispettivi valori trovati sulle due regioni confinanti. Dalle determinazioni eseguite sulla piega del gomito il rispettivo valore medio risulta alquanto aumentato.

Un' altra oscillazione dei valori medii si osserva nella parte superiore della terza colonna. La media complessiva stabilita per la seconda falange del dito medio si presenta quasi eguale a quella determinata per la palma della mano.

Suppongo che in queste piccole differenze che si manifestano nelle tre colonne della tabella, debbasi riconoscere qualche cosa di speciale per ogni impressione cutanea in questione.

Infine, confrontando i valori della terza colonna della tabella con quelli della prima e della seconda, si osserva quanto segue :

Nelle medie complessive esposte nella parte superiore della terza colonna, due (1ª e 2ª falange del dito) sono maggiori e due (3.ª falange del dito e palma della mano) minori dei rispettivi valori della 1ª colonna.

Nella parte inferiore della terza colonna la media stabilita per la regione del polso si presenta superiore ai rispettivi valori della prima e della seconda colonna;

la media determinata per la parte media dell'avambraccio è anch'essa superiore ai corrispondenti valori delle altre due colonne;

la media stabilita per la regione superiore dell' avambraccio risulta minore di quella della prima e della seconda colonna ;

la media calcolata per la piega del gomito si presenta superiore ai rispettivi valori delle altre colonne ;

la media stabilita per la parte media del braccio è di poco inferiore al valore corrispondente della prima e superiore a quello della seconda tabella ;

la media della rotula è superiore ai rispettivi valori delle altre due colonne ;

la media stabilita per la parte media della coscia è inferiore alla media della prima e superiore a quella della seconda tabella.

Dato tutto ciò, mi pare che neppure i risultati ottenuti nella determinazione locale di impressioni composte si accordino bene con le affermazioni di B. Mayer.

II.

Con la determinazione dei risultali esposti, che confermano l'esito della ricerca di Ponzo, il mio compito non poteva essere esaurito. Restava da vedere ancora se, conservando le condizioni generali sopra indicate, la localizzazione di sensazioni dolorose meno intense avesse condotto a valori medii diversi. La ricerca venne continuata in questo senso.

Iniziai le nuove prove con uno stimolo aculeo sotto il peso di *1 gr*. Siccome questa intensità di stimolo non serve soltanto a provocare sensazioni puramente dolorose, ma anche a destare sensazioni puramente tattili e impressioni composte di tatto e di dolore, per facilitare la ricerca, in tutti i casi feci uso del medesimo stimolo.

Debbo aggiungere, però, che, per suscitare in me sensazioni di puro dolore con questo stimolo, incontrai grandi difficoltà, di modo che fui costretto ad aumentare il numero delle sedute. A causa del grado debole delle sensazioni destate, la localizzazione di esse riuscì assai faticosa. Per tali ragioni venne eseguita, in ogni caso, una sola serie di *50* singole determinazioni locali. — I risultati ottenuti si trovano raccolti nella seguente tabella.

TABELLA VI.

Errori di localizzazione di sensazioni puramente tattili e dolorose, nonchè di impressioni composte di tatto e di dolore provocate con uno stimolo aculeo del peso di 1 gr. - Serie di 50 singole determinazioni. - Soggetto: F. Kiesow. Speriment.: C. Servetti.

REGIONE CUTANEA	*Sensazioni tattili pure*			*Sensazioni dolorose pure*			*Impressioni composte di tatto e dolore*		
	C	*M*	*Vm*	*C*	*M*	*Vm*	*C*	*M*	*Vm*
Avambr., reg. del polso .	7,0	7,54	2,40	9,25	9,34	3,54	8,75	8,63	3,04
» parte media .	8,0	8,41	2,94	9,25	10,18	4,33	10,0	10,28	4,03
» parte super. .	11,0	12,39	5,30	13,0	13,39	4,07	13,75	13,03	4,27
Piega del gomito . . .	12,25	11,92	5,19	13,75	13,06	4,64	11,75	12,75	4,49
Braccio, parte media . .	10,25	11,21	4,59	13,0	12,38	5,82	14,75	14,60	4,6

Confrontando le medie delle localizzazioni dolorose con quelle tattili di questa tabella, si osserva come le prime siano un po' maggiori delle seconde. Le differenze sono le seguenti:

Avambraccio, regione del polso:	9,34 — 7,54 mm. = 1,80 mm.,
» parte media:	10,18 — 8,41 » = 1,77 »
» parte superiore:	13,39 — 12,39 » = 1,00 »
Piega del gomito:	13,06 — 11,92 » = 1.14 »
Braccio, parte media:	12,38 — 11,21 » = 1,17 »

Si giunge, presso a poco, alla medesima conclusione, paragonando le medie delle localizzazioni tattili (tab. II) con quelle delle localizzazioni dolorose raccolte in tab. VI. L'unica eccezione a tal riguardo si trova tra i rispettivi valori stabiliti per la parte media del braccio, ove si hanno le seguenti differenze a favore delle localizzazioni dolorose:

loc. tattili (tab. II)	*loc. dolor.* (tab. VI)	*differenza*
12,87 mm. —	12,38 mm. =	0,49 mm.
13,44 » —	12,38 » =	1,06 »
13,16 » —	12,38 » =	0,78 »

Malgrado quest'eccezione (con differenze non grandi) non credo si possa negare che sensazioni deboli di puro dolore *da me* vengano localizzate meno bene che sensazioni dolorose più intense.

Ciò risulta anche dalle differenze che si ottengono, paragonando tra loro le medie delle localizzazioni dolorose ottenute cogli stimoli aculei di *2* e di *1 gr.*, che sono le seguenti:

	1 gr. (tab. VI)	*2 gr.* (tab. III)	*differenza*
Avambraccio, regione del polso:	9,34 mm. —	5,15 mm. =	4,19 mm.
	9,34 » —	5,23 » =	4,11 »
» parte media:	10,18 » —	8,05 » =	2,13 »
	10,18 » —	8,38 » =	1,80 »
» parte superiore:	13,39 » —	8,62 » =	4,77 »
	13,39 » —	9,15 » =	4,24 »
Piega del gomito:	13,06 » —	8,40 » =	4,66 »
	13,06 » —	8,53 » =	4,53 »
Braccio, parte media:	12,38 » —	11,04 » =	1,34 »
	12,38 » —	10,65 » =	1,73 »

Come si vede, le medie risultanti dall' uso di spine sotto il peso di *1 gr.* sono tutte maggiori dei rispettivi valori ottenuti con le medesime spine sotto il peso di *2 gr.*

Quanto alle medie ottenute della localizzazione di impressioni miste, raccolte in tab. VI (terza colonna), si osserva come queste si avvicinino in parte ai rispettivi valori della prima, in parte a quelli della seconda colonna.

Dopo questa esperienza m'interessava di sapere se un'ulteriore diminuzione dello stimolo aculeo avesse condotto a valori medii ancora più alti. Sperimentando, a tal proposito, con uno stimolo aculeo del peso di *0,5 gr.*, il fatto si verificò, ma le difficoltà di suscitare sensazioni di puro dolore con questo stimolo erano talmente aumentate che doveva accontentarmi dell'esame di una sola delle regioni cutanee sopra indicate e ridurre il numero delle prove. Scelsi, dopo varî tentativi, la parte media del lato volare dell'avambraccio sinistro, sulla quale vennero eseguite *20* singole determinazioni locali, coll'esito esposto nella seguente tabella.

TABELLA VII.

Errori di localizzazione di sensazioni puramente dolorose. - Regione: parte media del lato volare dell'avambraccio. - Stimolo aculeo di 0,5 gr. - Serie di 20 singole determinazioni. - Misure fatte in millim. - Soggetto: F. Kiesow. Sperim.: C. Servetti.

REGIONE: LATO VOLARE DELL'AVAMBRACCIO (parte med.)	*C*	*M*	*Vm*	*ma*	*mi*
Sensazioni dolorose. Serie di 20 determinazioni	12,75	12,70	5,70	31-23-20	2,5-3,5-5

La tabella dimostra, che il valore medio degli errori di localizzazione dolorosa è nuovamente aumentato, e che anche quello della *Vm* è notevole, ciò che indica le difficoltà provate durante queste determinazioni.

Paragonando tra loro le medie ottenute coi varî stimoli aculei usati, si ha il seguente aumento progressivo:

Stimolo aculeo del peso di *2 gr.*: 1ª serie di 50 singole determin. = *8,05* mm.
» » » » 2ª » » » » = *8,38* »
» » » » *1 gr.*: serie di » » » = *10,18* »
» » » » *0,5 gr.*: » » 20 » » = *12,70* »

Le differenze tra questi valori non sono eccessivamente grandi, ma ciononostante non mi sembrano trascurabili. Quanto all'ultima media di queste serie, si comprende che essa non può avere il valore da attribuirsi alle medie delle altre serie, ma data la straordinaria difficoltà provata durante queste esperienze, ho ragione di supporre che neanche un maggior numero di singole prove la avrebbe abbassata notevolmente.

Come si spiega questo fenomeno? Poichè esso non si verifica nei miei giovani collaboratori, sono del parere che stia in relazione con la mia avanzata età, cioè che lo strato corneo della mia epidermide si sia talmente indurito che, per destare in me sensazioni cutanee di puro dolore, occorre uno stimolo di maggiore intensità. Ciò risulta anche dal fatto che eccitando irregolarmente una data superficie cutanea con stimoli di *1* e *0,5 gr.*, il numero dei punti che rispondono con dolore è notevolmente maggiore nei giovani che non in me. Per dare un esempio! Nelle molte esperienze che a tal proposito feci col Prof. Gatti, sopra una superficie di *9 cmq.* della piega del gomito sinistro, su *50* eccitamenti eseguiti, durante una seduta, con uno stimolo aculeo del peso di *1 gr.*, *38* volte risultò una sensazione dolorosa, mentre in me ottenni sulla medesima regione e sotto le stesse condizioni una tale sensazione soltanto 14 volte.

In egual modo si possono registrare altre impressioni cutanee che, però, qui con ci interessano (1).

Naturalmente, questo metodo non può servire a determinare con precisione la densità dei punti dolorifici di una data regione cutanea. A tal proposito il metodo di Strughold è assai più esatto (2). Il metodo in questione serve, però, per dare una spiegazione sufficiente del fatto di cui ci occupiamo.

L'ipotesi sopra esposta trova appoggio, mi pare, in quanto Strughold dimostra rispetto alla differente sensibilità verificantesi normalmente in soggetti dai *22* ai *25* anni tra le superfici tattili e non tattili del corpo. Mentre nelle superfici non tattili dei

(1) Cfr. M. v. Frey, *Zeitschrift für Biologie 76,* p. 5, 1922.

(2) H. Strughold, *Ueber die Dichte und Schwellen der Schmerzpunkte der Epidermis,* ecc., 1922.

suoi soggetti egli trovò una soglia media del punto dolorifico variante da *0,18* a *1 gr.* circa, nelle regioni tattili propriamente dette questo valore saliva fino a *4 gr.*

Senza escludere che l'apparecchio dolorifico delle superficie tattili sia meno sviluppato di quello delle altre regioni cutanee, in base all'esito delle sue ricerche, Strughold giunge alla conclusione che il grado diverso della sensibilità dolorosa della pelle dipende, in primo luogo, da un diverso spessore dello strato corneo dell'epidermide, nel quale terminano i fili nervosi che rappresentano gli organi periferici del dolore (1). Dato questo, non mi sembra illecito supporre che un diverso grado di indurimento dello strato corneo dell'epidermide, dovuto all'avanzata età, possa condurre ad effetti simili.

Comunico in seguito i risultati ottenuti in alcuni giovani. Le prime ricerche feci con lo studente Giovanni Bosco, che aveva frequentato le mie lezioni.

Dopo diverse prove preliminari, su ognuna delle regioni cutanee indicate nella seguente tabella vennero eseguite serie di *10* singole determinazioni locali di sensazioni tattili e dolorose, nonchè di impressioni composte di tatto e di dolore. Lo stimolo usato in tutte queste prove era uno stimolo aculeo del peso di *1 gr.* In ogni serie il soggetto dirigeva la sua attenzione su una sola qualità cutanea.

Naturalmente, l'esiguo numero delle singole prove di ogni serie non può bastare, per considerare le rispettive medie come valori definitivi, ma esse hanno servito allo scopo prefissomi. Io pubblico questi risultati, perchè possano servire a chi, in linea generale, volesse orientarsi rapidamente sulla diversità che rappresentano rispetto alle varie regioni cutanee esaminate.

(1) STRUGHOLD, *Op. cit.*, pp. 11 seg. (tab. II), p. 14.

TABELLA VIII.

Errori di localizzazione di sensazioni cutanee puramente tattili e dolorose, nonchè di impressioni composte di tatto e di dolore. - Stimolo aculeo di 1 gr. - Serie di 10 singole determinazioni. - Misure fatte in millimetri. - Soggetto: Giov. Bosco. Sperimentatore: F. Kiesow.

REGIONE CUTANEA	*Sensazioni tattili pure*					*Sensazioni dolorose pure*					*Impressioni composte di tatto e dolore*				
	C	*M*	*Vm*	*ma*	*mi*	*C*	*M*	*Vm*	*ma*	*mi*	*C*	*M*	*Vm*	*ma*	*mi*
Dito medio, 3.a falange . . .	1,50	1,45	0,76	3-3-3	0-0,5-0,5										
» » 2.a » . . .	2,50	2,25	1,10	5-3,5-3	0-1-1										
» » 1.a » . . .	2,0	2,20	0,84	4-3,5-3	1-1-1,5										
Palma della mano	4,0	4,05	1,26	6-6-6	1,5-1,5-3										
Avambraccio, reg. del polso .	6,75	7,75	2,20	11-9,5-9	0,5-5-6	10,5	10,35	2,35	16-13-12,5	5-8-9	7,0	7,15	3,05	11,5-10,5-10	2-3,5-5
» parte media . .	12,25	12,85	1,52	17-16-13	10-11-12	11,75	11,60	4,1	19-18-15,5	4,5-5,5-7	12,75	13,95	5,14	22-21,5-21	5-5-11
» parte super. . .	13,0	14,10	4,72	29-20-16	7-8-9	10,75	12,45	3,13	20-17-16	8 10-10,5	9,75	9,95	2,35	15,5-14-11	6-7-7,5
Piega del gomito . , ...	12,25	12,20	4,7	24-19-16	5-5,5-6	9,25	9,55	3,36	17-14-13	4-5-5	8,25	8,55	3,56	17-15-11	3,5-3,5-4
Braccio, parte media	10,50	10,60	6,9	22-18-17	1-3-3	9,75	10,2	2,9	19-12-12	4-5,5-9	15,75	14,2	6,3	24-20,5-20	2-3-10

Confrontando tra loro i valori centrali e le medie della prima e della seconda colonna di questa tabella, si osserva come tutti questi valori, ad eccezione di quelli stabiliti per la regione del polso, sieno più bassi nella seconda colonna che non nella prima. Da ciò segue che nel soggetto esiste una tendenza a localizzare le sensazioni puramente dolorose meglio che non le sensazioni puramente tattili. Su questo fatto non può esservi il minimo dubbio. — Quanto alla cagione per la quale si vede il contrario nelle medie calcolate per la regione del polso, suppongo che essa debba cercarsi nella circostanza che durante le prove eseguite su questa regione cutanea il soggetto non era ancora sufficientemente abituato a tener conto della facilità, con la quale il dolore qui si diffonde.

Per ciò che concerne i valori centrali e le medie della terza colonna della tabella, si noti che l'andamento di questi valori non rappresenta alcuna regolarità: essi si avvicinano in parte ai rispettivi valori della prima colonna, in parte a quelli della seconda.

Dopo queste prove il Sig. Bosco s'era messo a mia disposizione per ulteriori ricerche del genere ma, dovendo egli partire improvvisamente da Torino, mi è stato possibile soltanto di esaminare più particolarmente la parte media del lato volare dell'avambraccio sinistro, eseguendo su questa regione, sotto le stesse condizioni e con la medesima spina sotto il peso di *1 gr.*, *50* stimolazioni tattili ed un egual numero di stimolazioni dolorose. L'esito di queste prove contiene la tabella seguente.

TABELLA IX.

Errori di localizzazione di sensazioni puramente tattili e dolorose. - Stimolo aculeo di 1 gr. - Serie di 50 singole determinazioni. - Misure fatte in millimetri. - Regione: parte media del lato volare dell'avambraccio. - Soggetto: G. Bosco. Sperim.: F. Kiesow.

REGIONE: *Parte media del lato volare dell'avambraccio*	*C*	*M*	*V m*	*m a*	*m i*
Sensazioni tattili . . .	10,75	10,49	2,81	21-17-16	4-4-4
Sensazioni dolorose . .	10,25	10,39	4,13	26-23-21	3,5-4-4

Confrontando il valore centrale e la media della prima serie di questa tabella, coi rispettivi valori della seconda, si vede come tra questi valori non vi sia grande differenza. Si nota, però, la tendenza del soggetto a localizzare le sensazioni dolorose meglio delle sensazioni tattili.

In tabella X ho raccolto i risultati ottenuti, sulla medesima regione cutanea e col medesimo stimolo aculeo (*1 gr.*), nel dottor Andrea Angyal, giovane scienziato di *28* anni circa, che da qualche tempo aveva frequentato l'Istituto da me diretto. Ogni serie consta anche in questo caso di *50* singole determinazioni.

TABELLA X.

Errori di localizzazione di sensazioni cutanee puramente tattili e dolorose, nonchè di impressioni composte di tatto e di dolore. - Stimolo aculeo di 1 gr. - Serie di 50 singole determinazioni. - Misure fatte in millim. - Regione: parte media del lato volare dell'avambraccio. - Soggetto: Dott. A. Angyal. Sperim.: F. Kiesow.

REGIONE: *Parte media del lato volare dell' avambraccio*	*C*	*M*	*Vm*	*ma*	*mi*
Sensazioni tattili . . .	6,75	6,62	2,12	19-14-12	1,5-2-3
Sensazioni dolorose . .	5,5	5,95	2,87	17-15-14	0-2-2
Impressioni composte di tatto e di dolore . .	6,0	6,92	3,33	18-17-13	0-2-2

Anche in questa tabella si vede come il valore centrale e quello della media della seconda serie siano minori dei rispettivi valori della prima. La differenza tra le due medie non è grande neppure in questo caso, ma essa è sufficiente per indicare la tendenza del soggetto a localizzare le sensazioni cutanee del dolore meglio che non le sensazioni tattili. — Quanto alla media della terza serie, questa si presenta persino maggiore di quella della prima.

Ciò che sorprende in questa tabella è il fatto che tutti i valori sono piuttosto piccoli, anzi, sono i più piccoli finora ottenuti sulla regione cutanea in questione. A tal proposito è da notare che,

essendo il Dott. Angyal assai sensibile a stimolazioni cutanee, e specialmente a quelle dolorose, egli reagisce a tali stimolazioni rapidamente con movimenti quasi riflessi, indicando immediatamente il punto che crede sia stato eccitato.

Sulla medesima regione cutanea (parte media del lato volare dell'avambraccio sinistro) ho potuto eseguire recentemente diverse serie di determinazioni locali di sensazioni puramente tattili e dolorose nel Prof. Alessandro Gatti, assistente del mio Istituto, dell'età di *31* anni circa. Ogni serie consisteva di *50* singole determinazioni. Le stimolazioni tattili vennero fatte col pelo stimolatore di *5 gr/mm*, stimolo già usato nelle ricerche eseguite su me stesso, le stimolazioni dolorose con una spina sotto i pesi di *1-0,5* e *0,25 gr.* Siccome il soggetto è straordinariamente sensibile al dolore, non era possibile aumentare maggiormente l'intensità di tali stimoli. — Le altre condizioni rimanevano le medesime sotto le quali vennero trovati tutti gli altri risultati finora comunicati. — Tagliati i peli della regione, all'inizio di ogni seduta il soggetto stesso disegnava sulla sua pelle i quadratini della superficie (*9* cmq.) da esaminare.

In tal modo ottenni i seguenti risultati:

TABELLA XI.

Errori di localizzazione di sensazioni puramente tattili e dolorose. - Serie di 50 determinazioni. - Stimolo tattile: 5 gr/mm. - Stimolo doloroso: spina sotto il peso di 1 gr. - Misure fatte in millim. - Regione: parte media del lato volare dell'avambraccio. - Soggetto: Prof. Alessandro Gatti. Sperim.: F. Kiesow.

REGIONE: *Parte media del lato volare dell'avambraccio*	*C*	*M*	*Vm*	*m a*	*m i*
Sensazioni tattili	11,5	11,61	3,23	24-20-19	4-5-5
Sensazioni dolorose . . .	10,0	10,46	3,44	21-20-18	3-4 4

Come si vede, il valore centrale e la media della seconda serie sono anche in questo caso inferiori ai rispettivi valori della prima. Le differenze tra questi valori non sono grandi (1,5, risp.

1,15 millimetri), ma sufficienti a dimostrare che anche nel professor Gatti deve esistere la tendenza a localizzare le sensazioni dolorose meglio che non quelle tattili.

Soggiungo che il soggetto non reagiva alle singole stimolazioni cutanee, come il Dott. Angyal, con movimenti quasi riflessi, ma conduceva il bastoncino localizzatore per un breve tratto lentamente sopra la pelle finchè fosse sicuro di avere trovato il punto stimolato. Dato questo e dato anche la grande sensibilità del soggetto a stimoli dolorifici, non è forse da escludere che durante quel breve tratto la sensazione dolorosa abbia avuto tempo di diffondersi leggermente. Comunque sia, la tendenza manifestantesi chiaramente nei risultati ottenuti, non credo si possa negare.

Continuando le ricerche, sotto le stesse condizioni, con uno stimolo aculeo del peso di *0,5 gr.*, allo scopo di vedere se la diminuzione dello stimolo avesse aumentato gli errori di localizzazione delle sensazioni dolorose, si verificò un fatto nuovo. Terminata la prima singola serie di *10* prove, il soggetto, aprendo gli occhi, mi disse che durante tutta la serie aveva visto chiaramente il disegno e visualizzato ogni stimolazione. Si sentiva in grado di indicare col bastoncino, ad occhi chiusi, qualunque quadratino del disegno, indicatogli a voce. La prova fu fatta e riuscì, naturalmente, con piccoli errori.

In seguito a questa esperienza la seduta fu tolta. Ripetendosi, però, il medesimo fatto nella seduta seguente, mi è parso opportuno rifare tutte le prove, i cui risultati vennero già comunicati, sotto queste nuove condizioni e di continuare la ricerca allo stesso modo con stimoli aculei dei pesi di *0,5* e *0,25 gr.* L'esito di tutte queste prove contiene la tabella che segue.

TABELLA XII.

Errori di localizzazione di sensazioni tattili e dolorose, commessi ad occhi chiusi, sotto la visualizzazione delle rispettive stimolazioni. - Serie di 50 singole prove. - Misure fatte in millim. - Regione cutanea: parte media del lato volare dell'avambraccio sinistro. - Soggetto: Prof. Alessandro Gatti. Sperim.: F. Kiesow.

REG.: *Parte media dell'avambr. sinistro, lato volare*	*C*	*M*	*V m*	*m a*	*m i*
Sensaz. tattili: Stimolo *5 gr/mm*	6,0	6,88	3,52	18-18-16	0-0-0
Sensaz. dolor.: Stimolo *1 gr.*	5,0	6,84	3,58	20-19-16	0-0-1
» » » *0,5* »	6,0	6,75	3,30	25-16-19	0-1-2
» » » *0,25* »	7,0	6,80	2,98	14-13-13	0-0-1

La tabella dimostra come tra le quattro medie raccolte vi siano differenze tanto piccole che, a prima vista, le si direbbero del tutto insignificanti. Difatti, la media aritmetica dei valori medii delle tre localizzazioni dolorose è, arrotondata, di *6,80 mm.*; la differenza di questa dalla media delle localizzazioni tattili quindi di *0,08* mm. E ciò si comprende, dato che tutte le prove vennero eseguite sotto le medesime condizioni della visualizzazione. - Però, paragonando meglio le ultime tre medie con la media della prima serie, si osserva un fatto costante che forse non si deve trascurare. Ognuna di queste tre medie è di valore un po' minore di quello della media della prima serie. Dato questo fatto costante, mi sembra lecito supporre che, per piccole che siano le rispettive differenze (*0,04, 0,13, 0,08* mm.), in esse pure si nasconda la tendenza del soggetto, di localizzare sensazioni puramente dolorose, in media, meglio che non sensazioni esclusivamente tattili. — Con ciò, naturalmente, non è risolta la questione se a stimoli dolorifici di diminuita intensità corrisponda, sì o no, un aumento degli errori di localizzazione.

Per risolvere tale questione, la ricerca venne ripresa, sotto le medesime condizioni generali, col Sig. Angelo Danesino, studente del primo anno che frequenta le mie lezioni e lavora nell'istituto da me diretto. Regione cutanea: parte media del lato volare dell'avambraccio sinistro. Stimolo tattile: 5 gr/mm. Stimoli dolorifici: spine sotto i pesi di 0,5 e di 0,23 grammi. Serie di 50 singole determinazioni. — Il soggetto è di disposizione piuttosto motrice, non ha immagini visive, localizza rapidamente con movimenti quasi riflessi. — I risultati si trovano raccolti nella tabella XIII (vedi a pagina seguente).

La tabella insegna che il valore centrale e il valore della media della seconda serie sono più piccoli dei rispettivi valori della prima (differenze *1,50 e 1,12 mm*) e che i rispettivi valori della terza serie sono più alti di quelli della prima e della seconda. Essa insegna però anche, che le differenze tra i valori della terza e della seconda serie (*2,25* e *2,17* mm) sono maggiori che non quelle tra i valori della terza e la prima (*0,75* e *1,05* mm.). Si noti inoltre che, nell'ottenere sensazioni pure per mezzo dello stimolo

di *0,23 gr.*, il soggetto accusò notevoli difficoltà. È da questo fatto che dipende l'aumento del valore centrale e quello della media aritmetica della terza serie.

TABELLA XIII.

Errori di localizzazione di sensazioni puramente tattili e dolorose. - Regione: parte media del lato volare dell'avambraccio sinistro. - Serie di 50 singole determinazioni. - Misure fatte in millimetri. - Soggetto: A. Danesino. Sperimentatori: F. Kiesow e A. Gatti.

REG.: *Parte media del lato volare dell'avambraccio*	*C*	*M*	*V m*	*m a*	*m i*
Sensazioni tattili: Stimolo = 5 *gr/mm*	8,00	7,84	2,80	16-16-15	2-3-3
Sensazioni dolorose: Stimolo = 0,5 gr.	6,50	6,72	2,92	15-13-12	0-0-0
Sensazioni dolorose: Stimolo = 0,23 gr.	8,75	8,89	3,65	23-21-20	2-2-2

Da tutto ciò segue che il soggetto localizza sicuramente meglio sensazioni dolorose pure che non sensazioni esclusivamente tattili, quando lo stimolo dolorifico è sufficientemente intenso.

Riassumendo brevemente quanto, in generale, risulta dalla ricerca esposta, credo di poter constatare che, *eliminate tutte le cause che possano condurre ad un esito contrario, nella coscienza umana esiste una disposizione di localizzare semplici sensazioni di puro dolore meglio che non sensazioni esclusivamente tattili, a condizione che lo stimolo dolorifico adoperato non sia troppo debole. La causa che conduce ad un esito contrario, secondo me, devesi vedere nella grande facilità con la quale stimoli dolorifici si irradiano nell'epidermide. — Dalla ricerca si verifica pure che in persone di avanzata età, per giungere al medesimo risultato, lo stimolo dolorifico, a causa di un maggiore indurimento dello strato corneo dell'epidermide, deve essere scelto più intenso che non in persone di età giovane.*

III.

Esaminando la letteratura recente che tratta della localizzazione di impressioni cutanee, venne a mia conoscenza che Marcel Foucault s'era occupato del problema della localizzazione tattile, allo scopo di conoscere gli errori commessi in questo campo sensoriale da fanciulli. L'autore esaminò, a questo riguardo, *91* fanciulli, ragazzi e ragazze, dell'età dagli undici ai quindici anni.

Foucault abbandona i metodi di misura usati da Volkmann e da Weber. Tenendo conto particolarmente della direzione in cui i singoli errori vengono commessi, e distinguendo nettamente, come Spearman, tra errori costanti ed errori variabili, egli pone questi ultimi a base di una misura che gli serve per determinare, in millimetri quadrati, la cosidetta *zone d'erreur*.

L'autore descrive il suo metodo come segue:

« Le point de la peau pour lequel on veut faire la mesure est marqué par l'intersection de deux lignes droites, dont l'une suit la direction du membre sur lequel on expérimente, tandis que l'autre est perpendiculaire à cette direction: les deux lignes sont tracées à l'encre. En fait, pour ne pas fatiguer à l'excés le même point de la peau, j'en prends trois ou quatre, par exemple un sur le dos de la main, un sur la première phalange du majeur, un sur la deuxième phalange, et par chacun de ces points je trace les deux axes perpendiculaires: l'axe longitudinal e l'axe transversale.

« Pui, le sujet étant assis à un table, la main posée à plat sur cette table, les yeux bandés, je lui mets dans la main libre une tige de bois taillée à la mesure d'un crayon, et avec une tige semblable, tenue normalement par rapport à la peau, je presse modérément l'un des points marqués. Quand le sujet s'est rendu compte qu'il perçoit très bien la position de ce point, s'enlève ma tige. Il cherche à retrouver le point, il tâtonne et il finit par s'arrêter sur un point: je l'invite alors à enlever la tige à son tour, et je marque à l'encre le point qu'il a indiqué.

« Ensuite je mesure avec une bande de papier millimétré la distance qui sépare ce point de l'axe transversal; si le point d'in-

diqué se trouve an deçà de l'axe transversale, c'est-à-dire s'il est plus près du centre du corps, je considère l'erreur comme négative; si, au contraire, le point indiqué est au delà de l'axe transversal, je considère l'erreur comme positive. J'enscris le résultat de cette mesure sur une feuille préparée à l'avance, dans la colonne des erreurs longitudinales : c'est l'erreur longitudinale brute.

« Puis je mesure de la méme façon l'erreur latérale, par la distance du point indiqué à l'axe longitudinal. Cette grandeur est nègative si le point indiqué se trouve plus près du corps que l'axe longitudinal ; elle est positive si ce point ce trouve plus loin des corps, s'il est au delà de l'axe longitudinal. J'encris cette mesure dans la colonne des erreurs latérales : c'est l'erreur latérale brute.

« Ensuite, je passe à un deuxième point, sur lequel j'expérimente de la même façon. Si j'ai choisi les trois points indiqués ci-dessus, je commence par le dos de la main, puis je passe à la premièr phalange du mayeur, puls à la deuxième phalange. Ensuite je recommence, soit en prenant le trois points dans le même ordre, soit en prenant dans l'ordre inverse (1), et ainsi de suite jusqu'à ce que j'aie obtenu dix déterminations pour chaque point. Le tout demande environ dix minutes à un experimentateur exercé.

« Il n'y a plus qu'à faire des calculs. On fait la somme algébrique des dix erreurs longitudinales brutes. On divise cette somme par *10*: le quotient est l'erreur costante. Ensuite on fait la différence entre l'erreur costante et le dix erreurs brutes : on obtient les erreurs variables, dont les unes sont positives et les autres négatives. On fait la somme des erreurs variables positives et celle des erreurs variables negatives : ce deux sommes doivent être égales en valeur absolue, et cette égalité fourcit un moyen de contrôler les calculs précédents. On laisse ensuite de coté les signe des deux somme d'erreurs variables, on les ajoute l'une à l'autre, et l'on divise cette somme par le nombre des erreurs, ici *10*: on obtient ainsi l'*erreur variable moyenne longitudinale*. — On calcule de la même façon l'*erreur variable moyenne laterale*. — Enfin on multiplie ces deux erreurs moyennes l'une par l'autre, ce qui donne une surface, que

(1) Il est possible que l'ordre ainsi suivi exerce une influence sur l'erreur costante : du moins, cette hypothèse est suggérée par des expérience de Spearman. (*Nota dell'autore*).

j'appelle *zone d'erreur*. C'est la mesure de l'erreur de perception locale: plus la zone d'erreur est grande, plus la perception locale est erronée» (1).

L'autore dà in seguito esempi di misure eseguite sul dorso della mano sinistra e sulla prima e la seconda falange del dito medio, ottenendo zone eguali a *8,736, 1,7664 e 0,2688* mm.^{2} (2).

Foucault s'è limitato all'esame di localizzazioni tattili, adoperando uno stimolo piuttosto forte col quale eccitava sempre il medesimo punto cutaneo prescelto. Essendo io interessato, invece, nelle differenze che, a tal riguardo, esistono tra semplici sensazioni tattili e sensazioni dolorose pure, e dovendo stimolare, perciò, punti specifici della pelle, ho eseguito le mie prove col metodo dell'autore nelle medesime condizioni sotto le quali vennero trovati i risultati già esposti, provocando le due qualità sensoriali in questione, in serie di *10* prove, per mezzo dello stesso stimolo aculeo del peso di *1 gr.* Anche in questo caso, le serie di localizzazioni tattili e dolorose vennero eseguite separatamente. Per determinare esattamente la direzione in cui le rispettive sensazioni vennero localizzate servirono i disegni sopra descritti.

I risultati ottenuti si trovano raccolti nella seguente tabella XIV (vedi pag. 243), ove sono indicate anche le regioni cutanee che vennero esaminate.

Siccome per ragioni indipendenti dalla mia volontà non mi fu possibile eseguire un numero maggiore di singole prove sulle varie regioni dell'avambraccio, sulla piega del gomito e sulla parte media del braccio, i rispettivi risultati raccolti nella tabella non possono essere considerati come definitivi. Si comprende quindi che le mie esperienze mi permettevano solamente di vedere se il metodo di Foucault anche in queste parti cutanee m'avrebbe condotto ad un risultato generale analogo a quello antecedentemente esposto. A tal riguardo mi pare che la tabella non lasci alcun dubbio. Confrontando le singole medie, o quelle complessive di una colonna, coi rispettivi risultati dell'altra, si osserva come nella tabella prevalga

(1) M. FOUCAULT, *Observations et expériences de Psychologie scolaire*, p. 32 e segg., 1923.

(2) *Ibid.*, p. 37.

il fatto che le zone delle localizzazioni dolorose sono minori che non quelle delle localizzazioni tattili. L'unico fatto contrario a questo risultato generale potrebbe vedersi nei valori stabiliti per la piega del gomito, ove il valore determinato per la zona dolorosa è di *3,84* mmq. maggiore di quello stabilito per la zona tattile. Si deve tener conto, però, del fatto, che in questo caso si tratta di valori risultanti da un esiguo numero di stimolazioni, valori che probabilmente sarebbero stati corretti da un maggiore numero di prove.

Quanto al decorso dei valori esposti nelle due colonne della tabella, si vede come anche questi decorsi corrispondano, in linea generale, a quanto E. H. Weber, per mezzo del suo compasso, riuscì a stabilire rispetto alla sensibilità spaziale delle varie regioni cutanee esaminate.

Ciò che sorprende in tabella XIV è il fatto che specialmente nella colonna delle sensazioni dolorose, ma in parte anche nel tratto inferiore della colonna delle sensazioni tattili i singoli valori delle varie regioni cutanee differiscono notevolmente gli uni dagli altri. Come in me stesso ho potuto notare questo fatto anche in un altro soggetto che gentilmente si mise a mia disposizione per alcune prove di controllo.

Secondo le prove eseguite su me stesso, esiste una differenza, a tal riguardo, tra i valori delle zone tattili stabilite per le falangi del dito medio, il centro della palma della mano e la regione del polso, da una parte ed il resto dei valori indicati nella tabella, dall'altra. Tenendo conto però anche di quanto ho osservato in un altro soggetto, sono arrivato alla conclusione che per le falangi del dito e la palma della mano, bastano serie di *10* singole stimolazioni per ottenere valori di zone tattili attendibili, mentre, per giungere a zone tattili e dolorose di valore definitivo nelle altre regioni indicate nelle tabelle, occorre un numero notevolmente maggiore di singole prove. Può darsi, però, che a tal riguardo esistano differenze individuali.

La cosa si spiega, quando si pensa che le falangi del dito e anche il centro della palma della mano rappresentano superfici tattili, ove le localizzazioni sono relativamente facili ed i rispettivi errori piuttosto piccoli, mentre sulle altre regioni esaminate le localizzazioni sono più difficili e le direzioni degli errori, specialmente

quelle laterali, spesso irregolari. Si comprende come, sperimentando col metodo di Weber, tali irregolarità non possano influire sull'esito delle prove.

TABELLA XIV.

Zone di errori determinate in mmq. col metodo di Foucault. - Serie di singole prove. - M = media ricavata da 10 prove; Mc = media complessiva. - Soggetto: F. Kiesow. Sperimentatore: C. Servetti.

REGIONE CUTANEA	*Sensazioni tattili*		*Sensaz. dolorose*	
	M	*Mc*	*M*	*Mc*
Dito medio, lato volare: 3.ª falange	0,65			
» » » » 2.ª »	1,75			
» » » » 1.ª »	3,53			
Palma della mano: parte media	4,38			
Avambraccio: regione del polso	11,35	12,44	5,44	9,21
» » » »	12,32		9,77	
» » » »	13,76		12,42	
» parte media	34,75	30,62	28,44	23,76
» » »	34,09		32,23	
» » »	23,01		10,61	
» parte superiore	21,60	29,10	18,09	21,20
» » »	36,60		24,30	
Piega del gomito	13,71		17,55	
Braccio: parte media	55,58		25,59	

Dati i risultati esposti in questa terza parte dell' indagine, credo che sia giustificata la conclusione che anche quanto fu otte-

nuto col metodo di Foucault, in linea generale, parla in favore dell'affermazione più volte espressa nella presente comunicazione.

A tutte le persone che durante la ricerca mi hanno prestato il loro aiuto esprimo un sincero ringraziamento.

Dicembre 1932-XI.

Riassunto.

L' A. riesamina specialmente la questione se sensazioni cutanee di puro dolore vengano localizzate meglio che non sensazioni di natura esclusivamente tattili, giungendo alla conclusione che ciò è il caso, quando si cerca di eliminare la facile irradiazione dello stimolo dolorifico nella pelle, e quando tale stimolo non è troppo debole. Dalla ricerca risulta pure, che in persone di avanzata età lo stimolo dolorifico deve essere più intenso che non in persone giovani.